

# MIKROSZKÓPOS SZERKEZETVIZSGÁLAT ALKALMAZÁSA TÉSZTAIPARI ALAPANYAGOK ÉS KÉSZTERMÉKEK MINŐSÍTÉSÉHEZ

DR. FEHÉR LÁSZLÓ\*—BRWAF M. SEED\*\*

főiskolai adjunktus

KÉKI aspiráns

## 1. BEVEZETÉS

Farrand (1) foglalta össze elsők közt a tészták mikrostruktúrájának természetét. Megállapította, hogy a siker folytonos fázist képez a keményítő szemcsék közt. Ezt a keményítő részecskéken létrejövő „siker filmet” különböző adalékanyagokkal tovább lehet stabilizálni (2).

A búzalisztból készített tészták elasztikus viselkedését elsősorban a siker fehérjék határozzák meg. Ezek a makromolekulájú fehérjék a tészta készítés alatt kereszt-kötéseket hoznak létre egymással, melyekben a hidrogén és a kén játsza az elsődleges szerepet (3). Ezek a teoriák azon a megfigyelésen alapultak, hogy a tészták elasztikus tulajdonságát fokozni lehetett — SH csoportok számának növelésével. Bloksma (4) viszont azt tapasztalta, hogy a diszulfid és hidrogén hidak által létrehozott kölcsönhatásnak jóval kisebb a jelentősége, mint azt eddig gondolták. Szerinte más, kémiaiilag aktív vegyületek sokkal nagyobb jelentőségűek.

A kísérleti eredmények azt bizonyítják, hogy a tészták viselkedését nagymértékben befolyásolják a keményítő szemcsék és a köztük folytonos fázist képező sikerfehérjék kölcsönös kapcsolata (5).

Tésztakészítéskor a kötött víz fele-fele arányban tartozik a sikerhez és a keményítőhöz. A víz egy része pedig szabad állapotban van jelen. Hő hatására a fehérje, nyomás hatására pedig a keményítő „engedi el” nagyobb mértékben a hozzá kötött vizet.

Munkánk során megvizsgáltuk a BL55-ös búzalisztból és különböző százalékban hozzáadagolt fehérjetartalmat növelő komponensekből készített masszák és késztermékek mikrostruktúráját. Választ kerestünk arra a kérdésre, hogy módszerünk alkalmas-e tészták szerkezetének vizsgálatára, és ha alkalmas, meghatározható-e egyértelműen az, hogy a bekevert szója és sárgaborsó milyen hatással van a termék szerkezetére.

## 2. KÍSÉRLETI ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

### 2.1. Az őrlmények szemcseméretének meghatározása

A KÉKI által prezentált 15 lisztből lugol oldatban natív preparátumot készítünk és minden mintából 5 párhuzamost alkalmazva meghatároztuk a szemcsék méretét 1—10  $\mu$ , 10—100  $\mu$  és 100  $\mu$ -nál nagyobb tartományban.

\* Mikrobiológiai Osztály

\*\* Központi Élelmiszeripari Kutató Intézet

## 2.2. Az alapmasszák struktúrájának vizsgálata

A rendelkezésünkre bocsátott 13 alapmasszából fagyasztómikrotómmal 10—10  $\mu$ -os metszeteket készítettünk, majd kálium-jodidos-jódoldattal megfestettük. Keményítőszemcsék kékes-feketére az aleuron sárgásbarnára színeződik. A festett preparátumokat 20 $\times$ 10-es nagyítással vizsgáltuk.

## 2.3. A késztermékek struktúrájának vizsgálata

A KÉKI által elkészített 13 késztermékből az előző pontban leírt módon metszeteket készítettünk, és ugyanazzal a kémszerrel festettük meg.

A festett preparátumokat 20 $\times$ 10 nagyítással vizsgáltuk, és a legjellegzetesebb részekről fotókat készítettünk.

## 3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

### 3.1. Az őrlemények szemcseméretének megoszlása

A kísérlet első lépéseként megvizsgáltuk a BL55-ös búzaliszt, szójaőrlemény, sárgaborsó- és rizsliszt, valamint ezen alapanyagokból előállított keverékek szemcseméret eloszlását a 1—10  $\mu$ -os, a 10—100  $\mu$ -os valamint a 100  $\mu$ -nál nagyobb tartományokban. A táblázatban szereplő számok öt látómezőben levő partikulumok átlagértékei.

1. TÁBLÁZAT

A minta megnevezése	A szemcsék száma a különböző mérettartományban			
	1—10 $\mu$	10—100 $\mu$	100 $\mu$ felett a szem	
			száma	mérete
Rizsliszt	53,2	2,5	3,4	480
Sárgaborsó	3,6	9,2	19,6	720
BL 55	21,2	6,2	2,8	250
Szójaliszt	2,9	5,6	5,2	640
BL 55 + szója opt.	11,1	4,4	5,6	—
Sárgaborsó + BL <sub>55</sub>	69,2	6,2	4,8	—
BL 55 + szója 20 %	15,8	6,4	6,7	—
BL 55 + szója 15 %	19,8	4,4	6,1	—
BL 55 + szója 25 %	15,4	13,0	8,6	—
BL 55 + sárgaborsó 20 %	13,2	6,6	1,4	—
BL 55 + sárgaborsó 20 %	7,4	6,6	5,2	—
BL 55 + sárgaborsó 20 %	26,6	5,1	1,8	—
Rizsliszt + szója 20 %	17,4	2,8	7,0	—
Rizsliszt + szója 20 %	29,0	2,6	3,4	—
Rizsliszt + szója 15 %	32,2	1,8	1,8	—

A táblázatból egyértelműen leolvasható, hogy az összetett keményítővel rendelkező rizsliszt őrlés után nagyságrenddel nagyobb számban tartalmaz 1—10  $\mu$ -os átmérőjű szemcséket, mint a szója, vagy a sárgaborsó. Aránylag jelentős a legkisebb frakcióknak a száma a BL<sub>55</sub>-ös búzalisztnél is. Ami a középső frakciót illeti, ott lényeges eltérés nem tapasztalható, míg a 100  $\mu$  felettieknél a sárgaborsó tar-

talmaz a legtöbb és átlagban legnagyobb részecskéket. A szójaliszt az igaz, hogy átlagban csak 640  $\mu$ -t mutat, de előfordulnak benne 1200  $\mu$ -os maradványok is.

A keverékek esetében jól látható, hogy a BL<sub>55</sub>-ös alap liszt szemcse eloszlását hogyan befolyásolja az adalék anyagok különböző %-ban való bekeverése.

### 3.2. Az alapmasszák struktúrájának értékelése

Az 1-es minta, BL<sub>55</sub> búzalisztet és optimális mennyiségű szójaőrleményt tartalmaz.

A preparátum egyöntetű, tömör állományú, 150—250  $\mu$ -os üregekkel, melyek aránylag egyenletesen vannak elosztva a masszában. Jellemző a masszára, hogy a szója granulátumok nagyon szorosan beépülnek a búzaliszt keményítő és aleuron szemcséi közé, azzal szoros egységet képeznek.

A 2-es minta sárgaborsó és BL 55-ös liszt optimális arányú keveréke.

Az állomány még elég tömör, de az előzőnél több és nagyobb üreg található az összepréselődött keményítő szemek között. A borsó vese alakú szemcséi egyenletesen oszlanak el a masszában. A több sejtből álló, 550—700  $\mu$ -os nagyságú borsógranulátumok nem alkotnak olyan tömör egységet, mint az előző készítményben.

A 3, 4, 5, minták abban különböznek egymástól, hogy a BL 55-ös alapliszthez különböző mennyiségű lisztet kevertek.

A preparátumokon ez rendkívül jól nyomon követhető, mivel a négyes mintában, mely a jelzés szerint 15 % szóját tartalmaz, 1 mm<sup>2</sup>-ként 10—15 szója részecskét lehet találni. A harmadik mintában, mely 20%-nyi szóját tartalmaz, már 20—25 a szója szemcsék száma 1 mm<sup>2</sup>-re vonatkoztatva és a mikroszkópos kép szerint szinte fele részben van a liszt és fele részben van a keményítő. Az ötös mintában a látómezőben már túlteng a szója és ezeknek csak a közét tölti ki a keményítő és sükér.

A három minta közül legtömörebb állománya a 15 % szóját tartalmazó masszának van. A bekevert szójaliszt növelésével arányosan romlik a minta állománya.

A 6-os, 7-es és 8-as minták BL55-ös búzalisztet és különböző %-ban sárgaborsót tartalmaznak.

A masszából készített preparátumok képe hasonló az előző pontban leírtakhoz. Az adalékanyag növelésével romlik a minta struktúrája.

A 9-es, 10-es és 11-es minták rizslisztet és szójalisztet tartalmaznak különböző koncentrációban.

Ha ezeknek az alapmasszáknak a mikroszkópos képét összehasonlítjuk az előző minták képével, azt tapasztaljuk, hogy ezeknél a mintáknál szerkezetéről szinte nem is beszélhetünk. Gyakorlatilag a komponensek pusztán egymás mellé való préselését látjuk a metszeteken. Az állomány rendkívüli laza és sok üreget tartalmaz.

A 12-es minta „4 tojásos” jelzésű volt.

A preparátum egyöntetű, tömör állományú, mm<sup>2</sup>-enként 3—4, 50—150  $\mu$ -os üregekkel. Sejtmaradványokat alig tartalmaz. A látómezőben a keményítőszemcsék dominálnak.

A 13-as mintának BL 55 volt a jelzése.

A massa szerkezetét elég gyengének találtuk. A metszet erősen szakadozott, mely arra utal, hogy a részecskék nem kötődnek elég szorosan egymáshoz. A BL 55-re jellemző szemcseméret eloszlás itt nem figyelhető meg, mert több valószínű, a gyúrás folyamán felaprózódik.

### 3.3. A késztermék struktúrájának értékelése

Az első jelenség, ami a késztermék vizsgálatánál feltűnt az az volt, hogy a preparátumokat semmilyen festési eljárásnak nem lehetett alávetni, mert a legcsekélyebb mennyiségű folyadék is fellazította és „elúsztotta” a preparátumot. Ezt az alapmasszáknál nem tapasztaltuk. Gondoljuk, a nagy nyomással préselt tésztákból a préségp kinyomja a vizet, s amikor a preparátumot víz éri, magábaszívja és fellazul.

A tészták szemcsemérete sem volt megfelelő, mivel jól tudjuk, hogy minél nagyobb a liszt szemcsemérete, annál kisebb a fajlagos felülete. A nagyobb szemcséjű liszt kisebb felületen érintkezik a folyadékkal, ezért lassan duzzadnak. A BL 55-ös liszt nagyon kis %-ban tartalmaz tészta készítésre alkalmas frakciót. Az is köztudott, hogy az aprítottság mértékével nagy mértékben változik a sikértképző fehérjék állapota, és ezzel a tészta mechanikai tulajdonsága is.

Az 1-es minta BL 55-ös lisztből és optimális mennyiségben hozzákevert szójaőrleményből áll.

Az alapállomány tömör, nagyon kevés vakuolumot tartalmaz, de aránylag sok „repedést”. Ezek az üregek 250—300  $\mu$  hosszúak és 15—20  $\mu$  szélesek. A 200  $\mu$ -nál nagyobb adalékanyagok közül 10—20  $\mu$ -os rés képződik, ez nem volt jellemző az alapmasszára. Több mint valószínű, hogy a préselés után képződik.

A 2-es minta BL 55 lisztből és sárgaborsó őrleményből (opt.) készült.

A szerkezet hasonló az előzőhöz, talán a tésztában keletkezett, mikrorepedések mérete valamivel nagyobb.

A 3, 4, 5-ös minta BL 55-ös lisztből és különböző százalékban hozzáadott szója őrleményből készült termék volt.

A metszeteken jól lehetett látni, hogy a szója mennyiségének növelésével arányosan veszt el a termék a homogenitását, mivel egyre több és nagyobb üreget tartalmaz. Azoknál a tésztáknál, melyek 25 % szóját tartalmaznak, a repedések össze is érnek. A struktúrából ítélve ezek főzésre aligha alkalmasak.

A 6, 7, 8-as minták BL 55-ös lisztből és különböző %-ban hozzá kevert sárgaborsóból készültek.

A sárgaborsó mennyiségének növelésével itt is romlik a szerkezet, mivel egyre nagyobb átmérőjű üregek keletkeznek. A sárgaborsóval készült termékeknek egy kicsivel talán homogénebb a szerkezete, mint az ugyanolyan mennyiségű szóját tartalmazó termékeké.

A 9, 10, 11-es minták rizsliszt és szójaliszt meghatározott keverékből előállított tészták.

Az már az alapmasszájánál is látható volt, hogy ezek a minták nagyon rossz struktúrával rendelkeznek. A késztermékekről is ugyanez mondható el. Akár a szójas, akár a borsós liszttekkel hasonlítjuk össze az adalékanyagot azonos százalékban tartalmazó mintákat, azt tapasztaljuk, hogy a rizsliszttel készített termék szerkezete sokkal gyengébb a másik kettőnél.

A 12-es minta a „4 tojasos” termék.

Ez sem mentes a 100—150  $\mu$  hosszú 15—20  $\mu$  széles repedésektől, de ezek aránylag távol vannak egymástól, így a szerkezetben vannak összefüggő részek is.

A 13-as minta a BL<sub>55</sub>-ös lisztből készült.

Szerkezete hasonló az előzőhöz, itt is egy közel 150  $\mu$ -os nagyobb részecskétől indul el a tészta homogenitását gátló több száz mikron hosszúságú üreg.

#### 4. ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérlet sorozatban meghatároztuk 15 őrlemény szemcseméretét, a céllisztből készült alapmasszákat és késztermékek mikrostruktúráját.

A táblázatban leírt adatok alapján szemléletesen kitűnik az egyes őrlemények közötti különbség. A rizsliszt az őrlés után — nagyságrenddel több 1—10  $\mu$  átmérőjű szemcsét tartalmaz, mint szója vagy sárgaborsó. Megítélésünk szerint nagyon sok kis méretű partikulumot tartalmaz a BL<sub>55</sub>-ös liszt is, ezért tésztakészítésre kevésbé alkalmas. A keverékeknél jól látható, hogy az alaplisztként alkalmazott BL<sub>55</sub>-ös szemcseeloszlását hogyan befolyásolja a különböző százalékban bekevert adalékanyag.

Az alapmasszákat struktúrájáról megállapítottuk, hogy az optimálistól eltérő mennyiségben alkalmazott adalékanyagok nagymértéken rontják a massa szerkezetét. A 25 % adalékot tartalmazó mintáknál már csak a több száz mikronos részecskék közeit töltik ki a BL<sub>55</sub>-ös liszt legkisebb frakcióba tartozó szemcséi. Legrosszabb szerkezete a 9, 10, 11-es mintáknak volt, melyek rizslisztet és szójalisztet tartalmaznak különböző koncentrációban.

A késztermékek vizsgálatánál — már a preparátumok készítésénél — azt tapasztaltuk, hogy sokkal kisebb a szemcsék közötti összetartó erő, mint az az alapmassza esetében volt. Színes preparátumot nem tudunk készíteni belőlük, mert a legcsekélyebb folyadék hozzáadására a preparátum „elúszott”. Összehasonlítva a termékeket egyértelműen megállapítható, hogy a legjobb szerkezettel azok a minták rendelkeznek, melyek az optimális mennyiségben vagy egyáltalán nem tartalmaznak adalékanyagot. A masszában keletkezett repedésekről és üregekről az a véleményünk, hogy keletkezhetnek a nem megfelelő technológiából, egy részüket okozhatta a mikrotom kése is — főleg a több száz mikronos szemcsék környékén — de keletkezhettek a mélyhűtés utáni felengedéskor is.

Módszerünk alkalmas arra, hogy egzakt képet adjon téstamasszákat és késztermékek szerkezetéről, és az egyes anyagok megoszlásáról a terméken belül. Ezzel a módszerrel részben választ adhatunk olyan kérdésekre is, hogy milyen kapcsolat alakul ki az alapanyag és a komponensek között.

#### IRODALOM

1. Farrand, E. A.: 1972, Baker's Dig. 46, 22
2. Moss, R.: 1972, Food Res. Quart. 32, 50
3. Tkachuk, R.: 1968, Cereal Chem. 45, 80
4. Bloksma, A. H.: 1972, J. Texture Studies 3, 3
5. Rasper, V., et al.: 1974, J. Texture Studies 4, 438
6. Kiszely, Gy.—Borka, T.: 1958, Gyakorlati mikrotechnika és hisztokémia, Medicina Eü. Könyvkiadó, Budapest.

#### APPLICATION OF MICROSCOPIC STRUCTURAL EXAMINATION FOR CLASSIFICATION OF PASTRY-INDUSTRY BASE MATERIALS AND READY PRODUCTS

*Dr. László Fehér and Brwaf M. Saeed*

Serial examination were made of the particle sizes of 15 millings, and of the microstructures of the base masses prepared from the target flours and of the ready products.

The tabulated data clearly show the differences between the millings. It was found that the structures of the base masses were deteriorated considerably by additives used in amounts different from the optimum. In the study of the ready products it was observed that the cohesive force between the particles was much smaller than in the case of the base mass.

This method is suitable for acquiring an exact picture of the structures of pastry masses and ready products, and of the distribution of the individual materials within the products.

## VERWENDUNG DER MIKROSKOPISCHEN STRUKTURUNTERSUCHUNG ZUR QUALIFIZIERUNG DER GRUNDMATERIALIEN UND FERTIGWAREN DER TEIGWARENINDUSTRIE

*Dr. László Fehér, Brwaf M. Saeed*

Im Laufe der Versuche untersuchten wir den Körnchenmass von 15 Mahlprodukten, die Mikrostruktur der aus Zweckmehl hergestellten Grundteige und Fertigwaren.

Die Tabelle zeigt anschaulich den Unterschied zwischen den Mahlprodukten. Wir haben festgestellt, dass die Struktur der Grundteige in bedeutendem Masse schlechter wird, wenn Zusatzmaterialien in einer sich von der optimalen abweichender Menge angewendet werden. Während der Untersuchungen mit Fertigwaren haben wir erfahren, dass die Kohäsion zwischen den Körnchen vielmehr kleiner war, als die im Falle des Grundteigs.

Unsere Methode ist geeignet ein exaktes Bild sowohl von der Struktur der Teigmassen und Fertigwaren, als auch von der Verteilung der Bestandteile zu geben.

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОСКОПИЧЕСКОГО СТРУКТУРНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ОСНОВНОГО СЫРЬЯ И ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ МУКОМОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*д-р Ласло Фехер—Брваф М. Сид*

В серии экспериментов мы исследовали размеры зерна 15 помолов, микроскопическую структуру сырья и готовых продуктов, приготовленных из муки мелкого помола.

Из таблицы наглядно видна разница между различными помолами. Относительно структуры основных масс мы установили, что в большей мере ее (т.е. структуру) ухудшают добавочные вещества, применяющиеся в количестве, отличном от оптимального. При исследовании готовых продуктов мы наблюдали, что связывающая сила между зернами намного меньше, чем это было в случае основной массы (сырья).

Наш метод пригоден для составления экзактной картины о структуре тестовых масс и готовых продуктов, о разделении некоторых веществ внутри самого продукта.